

TITLE OF THE INVENTION

三次元モデル検索方法及びシステム

3D MODEL RETRIEVAL METHOD AND SYSTEM

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

5 This application is based upon and claims the benefit of priority from the prior Japanese Patent Applications No. 2003-58313, filed March 5, 2003; and No. 2004-35917, filed February 13, 2004, the entire contents of both of which are incorporated herein by reference.

BACKGROUND OF THE INVENTION

10 1. Field of the Invention

本発明は、三次元モデルが持つ各種の特徴量を用いて類似なオブジェクトを検索する方法及びシステムに関し、特に、三次元モデルに設定した部分要素の関連性を利用して部分的に類似な三次元モデルを検索する方法及びシステムに関する。

2. Description of the Related Art

15 近年、デジタルデータとしての静止画や動画、音声、音楽といったマルチメディアオブジェクトデータが様々な場面で利用されている。例えば、三次元オブジェクトを表現するデータに関しても、従来からのCADデータに加え、商品の三次元オブジェクトデータ、また、考古学的遺産、美術・芸術品の三次元オブジェクトデータ化によるデジタルアーカイブ等、盛んに利用されている。これらのデータは増大する一方であり、データの効率的な管理や、利用者の要求するデータを効率良く検索する要求が高まっている。20 このような要求に答えるべく、様々な技術が提案されている。類似オブジェクトの検索技術に関しても、マルチメディアオブジェクトの持つ特徴を数値で表現される特徴量として算出し、これらの特徴量で構成される多次元ベクトルを利用した検索方法が数多く提案されている。

25 特徴量による類似オブジェクト検索では、使用者が、検索結果として希望するものに主観的に近いオブジェクトを指定する。そして、この指定されたオブジェクトの特徴量とデータベースに登録されたオブジェクトの特徴量とを比較することにより、類似なオブジェクトを検索することができる。

30 また、今日では様々な製品がCADを用いて設計されており、これらの三次元形状データと製品の部品構成とをデータベースに登録し、類似な製品、部品を検索するシス

テムも提案されている。例えば、US 2002/0004710 A1 には、ポリゴンパッチで構成される三次元形状モデルに対して、部分的に一致するものを検索するシステムが提案されている。このシステムでは、ポリゴンパッチを内包するノードを基準に、隣接関係にあるノードを親ノードとして形状解析木を構築し、該形状解析木のノードの一致性を評価することにより、三次元形状の類似性を判断している。この手法により、例えばCADで作成した機械部品を検索キーとして検索し、該機械部品に追加工を施した部品を構成要素として含むものを類似な結果として得ることが可能となる。

BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

本発明の第1の態様に従って、選択された三次元モデルから算出する各種の特徴量を用いて、検索対象としてデータベースに記憶された複数の三次元モデルの中から、上記指示された三次元モデルに類似な三次元モデルを検索する三次元モデル検索方法が提供される。この三次元モデル検索方法は、以下を備える：選択された三次元モデル及びその一部である部分要素の少なくとも一方を検索キーとして指示すること；上記検索キーとして指示された上記三次元モデルに含まれる部分要素の特徴量、及び当該部分要素間の関連性情報のデータを取得すること；検索対象としてデータベースに記憶された三次元モデルに含まれる部分要素の特徴量、及び当該部分要素間の関連性情報のデータを取得すること；上記取得された上記検索対象の部分要素の特徴量データ及び部分要素間の関連性情報データと、上記取得された上記検索キーの部分要素の特徴量データ及び部分要素間の関連性情報データと、を利用して、上記検索対象の三次元モデルと上記検索キーの三次元モデルとの類似度を算出すること；and 上記算出された類似度に基づいて検索結果を表示すること。

本発明の第2の態様に従って、選択された三次元モデルから算出する各種の特徴量を用いて、検索対象としてデータベースに記憶された複数の三次元モデルの中から、上記指示された三次元モデルに類似な三次元モデルを検索する三次元モデル検索システムが提供される。この三次元モデル検索システムは、以下を具備する：選択された三次元モデル及びその一部である部分要素の少なくとも一方を検索キーとして指示するよう構成されたカタログ選択部；上記カタログ選択部で検索キーとして指示された上記三次元モデルに含まれる部分要素の特徴量、及び当該部分要素間の関連性情報のデータを取得するよう構成された検索キー特徴量データ取得部；検索対象としてデータベースに記憶された上記三次元モデルに含まれる部分要素の特徴量、及び当該部分要素間の関連性情報のデータを

取得するよう構成された検索対象特徴量データ取得部；上記検索キー特徴量データ取得部によって取得された上記検索対象の部分要素の特徴量データ及び部分要素間の関連性情報データと、上記検索対象特徴量データ取得部によって取得された上記検索キーの部分要素の特徴量データ及び部分要素間の関連性情報データと、を利用して、上記検索対象の三次元モデルと上記検索キーの三次元モデルとの類似度を算出するよう構成された類似度算出部； and 上記類似度算出部によって算出された類似度に基づいて検索結果を表示するよう構成された表示部。

本発明の第 3 の態様に従って、選択された三次元モデルから算出する各種の特徴量を用いて、検索対象としてデータベースに記憶された複数の三次元モデルの中から、上記指示された三次元モデルに類似な三次元モデルを検索する三次元モデル検索システムが提供される。 この三次元モデル検索システムは、以下を具備する： 選択された三次元モデル及びその一部である部分要素の少なくとも一方を検索キーとして指示するためのカタログ選択手段； 上記カタログ選択手段で検索キーとして指示された上記三次元モデルに含まれる部分要素の特徴量、及び当該部分要素間の関連性情報のデータを取得するための検索キー特徴量データ取得手段； 検索対象としてデータベースに記憶された上記三次元モデルに含まれる部分要素の特徴量、及び当該部分要素間の関連性情報のデータを取得するための検索対象特徴量データ取得手段； 上記検索キー特徴量データ取得手段によって取得された上記検索対象の部分要素の特徴量データ及び部分要素間の関連性情報データと、上記検索対象特徴量データ取得手段によって取得された上記検索キーの部分要素の特徴量データ及び部分要素間の関連性情報データと、を利用して、上記検索対象の三次元モデルと上記検索キーの三次元モデルとの類似度を算出するための類似度算出手段； and 上記類似度算出手段によって算出された類似度に基づいて検索結果を表示するための表示手段。

Advantages of the invention will be set forth in the description which follows, and in part will be obvious from the description, or may be learned by practice of the invention. Advantages of the invention may be realized and obtained by means of the instrumentalities and combinations particularly pointed out hereinafter.

BRIEF DESCRIPTION OF THE SEVERAL VIEWS OF THE DRAWING

The accompanying drawings, which are incorporated in and constitute a part of the specification, illustrate embodiments of the invention, and together

with the general description given above and the detailed description of the embodiments given below, serve to explain the principles of the invention.

FIG. 1 は、本発明の第 1 実施例に係る三次元モデル検索方法及びシステムを適用した三次元インテリアシミュレーションシステムの構成を示す図であり；

5 FIG. 2 は、三次元形状データの例を示す図であり；

FIG. 3 は、部分要素間の関連性情報を示す図であり；

FIG. 4 は、インテリアシミュレーションの手順を示す図であり；

FIG. 5 は、編集部でアイテムを選択する際のレイアウトサンプルの表示状態を示す図であり；

10 FIG. 6 は、そのレイアウトサンプルの木構造を表示するウィンドウを示す図であり；

FIG. 7 は、類似検索処理の手順を示す図であり；

FIG. 8 は、検索結果を表示するウィンドウを示す図であり；

FIG. 9 は、三次元形状データの姿勢回転方法の手順を示す図であり；

15 FIG. 10 は、表示画面と三次元形状データとの座標関係を示す図であり；

FIG. 11 は、検索キーとして指示された三次元モデルの表示状態遷移の手順を示す図であり；

FIG. 12 は、本発明の第 2 実施例においてクリック位置の奥に部分要素が存在する際の検索キー指示操作に応じた検索キー強調表示の手順を示す図であり；

20 FIG. 13 は、強調表示の例を示す図であり；

FIG. 14 は、本発明の第 3 実施例における検索キーと検索結果を示す図であり；

FIG. 15 は、検索結果の表示手順を示す図であり；

FIG. 16A は、レイアウトに注目した関連性情報を表示するタブを選択した場合の本発明の第 4 実施例における三次元モデルに設定した部分要素の関連性情報の表示例を示す図であり；

25 FIG. 16B は、構造に注目した関連性情報を表示するタブを選択した場合の関連性情報の表示例を示す図であり；

FIG. 17 は、タブに表示されない部分要素を説明するための木構造とデータフォーマットを示す図であり；

30 FIG. 18 は、三次元モデル形状に関連しない情報に注目した関連性情報を表示す

るタブを選択した場合の慣例性情報の表示例を示す図であり；

FIG. 19 は、本発明の第 5 実施例で使用する検索キー三次元モデルと検索対象三次元モデルとを示す図であり；

FIG. 20 は、検索キー三次元モデルの関連性情報を示す図であり；

5 FIG. 21 は、検索キーに類似な三次元モデルの検索手順を示す図であり；

FIG. 22 は、本発明の第 6 実施例における部分要素及び検索結果三次元モデル自身の編集を説明するための図であり；

FIG. 23 は、本発明の第 7 実施例に係る三次元モデル検索方法及びシステムを適用したアクセサリオーダシステムの構成を示す図であり；

10 FIG. 24 は、三次元形状データの例を示す図であり；

FIG. 25 は、検索処理の手順を示す図であり； and

FIG. 26 は、検索キーと検索結果を示す図である。

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

15 [第 1 実施例]

FIG. 1 に示すように、本発明の第 1 実施例に係る三次元モデル検索方法及びシステムを適用した三次元インテリアシミュレーションシステムは、入力部 10、シミュレーション部 20、及び出力部 30 から構成されている。ここで、上記入力部 10 及び出力部 30 は、シミュレーション部 20 に接続している。これら入力部 10 及び出力部 30 は、一
20 般的なコンピュータシステムにおけるキーボード、マウス、ディスプレイを表している。

また、上記シミュレーション部 20 は、データベース 21、カタログ選択部 22、編集部 23、検索部 24、及び検索結果表示部 25 を有している。データベース 21 は、カタログ選択部 22 及び検索部 24 に接続している。検索部 24 においては、キーオブジェクトとこのデータベース 21 内の特徴量との比較を行うことにより類似度の算出も行っている。このデータベース 21 には、インテリアのレイアウトサンプルが各種登録されている。その登録内容は、三次元形状データ、特徴量データ及び属性情報である。上記カタログ選択部 22、編集部 23、検索部 24、及び検索結果表示部 25 は、例えばプログラムの各機能で実現されるが、個別に専用回路を設けても良い。また、カタログ選択部 22、編集部 23、検索部 24、及び検索結果表示部 25 を、それぞれ個々の筐体に収納し、これら
30 を信号で結んでシミュレーション部 20 を構成しても良い。

なお、本明細書において、用語「特徴量」は、三次元モデルに対して算術的な処理を施すことにより計算できる数値を指す。例えば、三次元データに対する表面積、体積、頂点の確立分布、表面テクスチャ／色分布等を含む。また、三次元データに対する
5 外接楕円体長軸周りのモーメントヒストグラムを含む。そして、上記属性情報は、レイアウトサンプル全体の名称、三次元モデル部分要素の名称、価格等である。ここで、用語「部分要素」は、三次元モデルの一部分のデータを指す。また、以下の説明で用いる用語「部分要素間の関連性情報」は、三次元モデルに設定した部分要素の形状的及び／又は意味的な接続関係を指す。ここで、部分要素は、他の部分要素と包含関係になることができる。また、他の部分要素との接続関係を定義することができる。これらの関係を
10 関連性情報と呼ぶ。例えば、木構造は、構造化（または階層化）された、その一例であるが、これに限定されるものではない。

上記三次元形状データの例を FIG. 2 に示す。インテリアデータ 100 は、複数の部分要素から構成されており、その一部が参照番号 101～109 で示したものである。これら部分要素 101～109 は、それ自身も三次元形状データである。

また、このインテリアデータ 100 は、FIG. 3 に示すようなそれら部分要素間の関連性情報 110 を有している。この関連性情報 110 は、各部分要素の集合関係を構造化（階層化）された木構造で表現したものとなっている。即ち、この木構造における部分要素は、それより上位の部分要素とそれより下位の部分要素とを結ぶノードとして扱える。
15 なお、部分要素 101～109 の関連性情報は、このような木構造に限定されるものではなく、部分要素の関連性がループしているグラフ等も含む。
20

また、上記カタログ選択部 22 は、編集部 23 に接続している。検索部 24 は、編集部 23 及び検索結果表示部 25 に接続している。検索結果表示部 25 は、編集部 23 に接続している。以上の構成により、三次元インテリアシミュレーションシステムが構成されている。

次に、本第 1 実施例の作用を説明する。本三次元インテリアシミュレーションシステムによるインテリアシミュレーションの手順を FIG. 4 に示す。ステップ S101 では、使用者がカタログ選択部 22 から好みのレイアウトサンプルを選択する。選択したレイアウトサンプルは、編集部 23 に送られる。

複数のレイアウトサンプルがデータベース 21 内に登録されている。レイアウト
30 サンプルの選択モードのディスプレイ表示を行うことにより、サムネイルとしてディスプ

レイ上に複数のレイアウトサンプルが表示される。また、画面のスクロールにより、多数のレイアウトサンプルの閲覧を行うことができる。また、インテリアとして、個々のモデル、例えば、椅子やテーブル等、に関しても、単体でのモデル選択モードを表示することも可能である。このモードにおいてサムネイル表示を行い、利用者の好みのモデルを選択し、レイアウトサンプルに対して、個々のモデルの入れ替えを行うことによりインテリアの変更シミュレーションを行うことが可能となる。レイアウトの変更方法としては、例えば、サムネイルの中から変更したいテーブルを選択したとした場合、ディスプレイ内のレイアウト内の所望の位置に変更のために選択されたテーブルをドラッグ&ドロップの操作により配置する。この際に、モデルの大きさは、インテリアレイアウト内で適切な大きさになるように調整される。また、方向に関しても、上下方向に関しては、自動的に調整され、向きに関しては操作コントロールを用いることにより利用者の所望の適切な方向に設定される。このとき、例えば、三次元的に床面上の正確な位置にテーブルが置かれなくても、ある程度床の近傍にテーブルが置かれれば、自動的に正確な位置にテーブルが配置されるような機能も有している。次に、例えば、ペンスタンドを選択して、同様に画面内の所望の位置にドラッグ&ドロップすると、この状態で、テーブルとペンスタンドを選択して「関連付け」ボタンをクリックすると、関連付けウィンドウが開かれる。この関連付けウィンドウ上で、例えば「テーブルセット」等の名前を入力して「OK」ボタンを押すことで、テーブルとペンスタンドとが関連付けられ、「テーブルセット」という関連付けがなされることとなる。同様な操作を行うことにより、任意のモデルに対する関連付け情報を設定することができる。さらに、テーブルの上位ノードにはテーブルセットがあり、ペンスタンドの上位にはテーブルセットがある。この場合、画面上でテーブルとペンスタンドが近接して置かれると、これらはテーブルセットとしての関連付けがシステムによって自動的になされる機能も有する。

ステップ S102 では、編集部 23 に送られたレイアウトサンプルをもとに、部屋の修正やインテリアアイテムの変更・配置等を行う。ここでは、インテリアアイテム変更の際にアイテムを選択する作用を説明する。編集部 23 では、出力部 30 のディスプレイに表示されているレイアウトサンプル上のアイテムを入力部 10 のマウスにより選択することができる。編集部 23 でアイテムを選択する際の表示状態を FIG. 5 に示す。ウィンドウ 201 内には、上記ステップ S101 で選択したレイアウトサンプル 202 が三次元モデルとして表示されている。レイアウトサンプル 202 は、FIG. 6 のウィンドウ 203 に示

すような木構造を有している（このウィンドウ 203 は後述するような場合に表示されるものであり、通常は表示されない）。 使用者が、このレイアウトサンプル 202 内のアイテム、例えば“椅子B” 204 上でマウスをクリック操作すると、レイアウトサンプル 202 の部分要素である“椅子B” 204 が被選択部分として強調表示される。 使用者がその“椅子B” 204 を続けてクリックした場合、ウィンドウ 203 に示す木構造の階層に従って、被選択部分は“応接セット” 205 になる。 この状態では、“応接セット” 205 に含まれる部分要素“椅子A”、“椅子B”、“ソファ”、“テーブル”、“ペンスタンド”が強調表示される。 使用者が、更に続けて“椅子B” 204 をクリックした場合、ウィンドウ 203 に示す木構造の階層に従って、被選択部分は“洋間” 206 になる。 このように、はじめにクリックしたアイテムを続けてクリックすると、被選択部分は木構造の上位へと移動する。 このとき、ウィンドウ 201 での強調表示部分は、被選択部分に含まれる全部分要素となる。

なお、本明細書において、用語「強調表示」は、三次元モデルを画面上に描画する際に、特定の部分要素に対して、表示上の処理を行うことを指す。 例えば、強調表示は、被選択部分を不透明に描画し、それ以外を半透明に描画するという手法である。 本手法以外にも、被選択部分をサーフェス表示し、それ以外をワイヤフレーム表示する手法、被選択部分を明るく表示し、それ以外を暗く表示する手法、被選択部分の輪郭を白色の帯で覆うように影をつけて表示する手法、等がある。 使用者は、強調表示の手法をこれらから任意に設定できる。

また、クリックしたアイテムの奥に別のアイテムが存在する場合、即ち、クリックした位置から垂線を下ろした際にこの垂線に接触する 3 次元オブジェクトが複数存在する状況が存在する場合がある。 そのような場合には、部分構成を示すウィンドウ 203 が出力部 30 のディスプレイに表示される。 このウィンドウ 203 内部には、レイアウトサンプル 202 の部分要素の関連性情報が木構造で表示されている。 この木構造のうち、クリックしたアイテム及び奥に存在するアイテムを末端とする系統がハイライトされる。 使用者は、ウィンドウ 201 内の要素を再びクリックすることにより、選択する部分要素を確定することができる。 なお、FIG. 6 のウィンドウ 203 に示す木構造の表示状態は、“椅子B” 204 上でクリックした場合のものである。 このとき、“椅子B” 204 の奥には“フローリング” 207 が存在するので、この 2 つを末端とする系統がハイライトされている。

このようにして編集部 23 にて部屋の修正やインテリアアイテムの変更・配置等を行った後、ステップ S103 では、上記ステップ S102 で選択された部分要素を検索キーとして、データベース 21 に対して類似検索を行う。 また、その類似検索結果の出力部 30 のディスプレイへの表示も合せて行う。 なお、本明細書において、用語「検索キー」は、
5 使用者が設定する検索条件を指す。 例えば、使用者が検索を行う際に指示する三次元モデルが該当する。

上記類似検索は、検索部 24 で処理される。 類似検索の処理ステップを FIG. 7 に示す。 ステップ S200 では、利用者が、類似するモデルを検索しようとするモデルの選択を行う。 ステップ S201 では、検索キーとなった三次元モデルの部分要素に対応する
10 特徴量データをデータベース 21 から読み込む。 なお、このステップ S201 には、データベース 21 内に算出・登録された特徴量が登録されていない場合には、新たに特徴量の算出をして必要な特徴量の取得を行う工程も含まれている。 また、ステップ S202 では、データベース 21 から検索対象となる登録済のレイアウトサンプルの特徴量データを読み込む。 なお、このステップ S202 には、データベース 21 内に算出された特徴量が登録さ
15 れていない場合には、新たに特徴量の算出をして必要な特徴量の取得を行う工程も含まれている。 この特徴量データは、レイアウトサンプルの部分要素毎に計算されたものである。例えば、ウィンドウ 203 に示すような木構造の各ノードは、各々独立な特徴量データとなっている。

ステップ S203 では、上記ステップ S201 及びステップ S202 で読み込んだ特徴量
20 データから類似度を算出する。 この類似度の算出では、まず、検索キーとなった部分要素の特徴量と検索対象となる三次元モデルの各部分要素の特徴量との差分である差分特徴量を算出する。 この差分特徴量は、特徴量の数を次元数とするベクトルとして表現される。 次に、各三次元モデルの部分要素に対応する類似度として、差分特徴量の大きさを算出する。 ステップ S204 では、上記ステップ S203 で算出した類似度に基づいて各三次
25 元モデルの部分要素をソートし、検索結果として検索結果表示部 25 へ送信する。 なお、この送信の際、使用者又はシステムが設定した閾値により、送信結果を限定しても良い。

検索結果表示部 25 では、FIG. 8 に示すように、類似度順にソートされた検索結果を三次元モデルとして出力部 30 のディスプレイにウィンドウ 208 で表示する。 この図では、閾値以下の類似度となるもののうち、上位 3 つが見えている。 また、検索結果
30 三次元モデルは、類似度を算出した部分要素 209 乃至 211 が強調表示された状態になって

いる。また、各検索結果三次元モデルの下のフィールドには、強調表示されている部分要素 209 乃至 211 に設定された属性情報 212 乃至 214 が表示されている。強調表示の方法は、例えばウィンドウ 208 に示すように、強調表示対象となる部分要素を不透明に表示し、それ以外を半透明に表示するものである。この際、検索結果である三次元形状データは、編集部 23 において検索キーを指示した際に三次元モデルを表示していた垂直軸の姿勢を維持した状態で、強調表示対象となる部分要素が最も手前になるよう回転している。

この強調表示のために行う、三次元形状データの姿勢回転方法の手順を、FIG. 9 に示す。また、表示画面と三次元形状データとの座標関係を FIG. 10 に示す。ステップ S301 では、強調表示対象である部分要素の中心座標“P”を計算する。ステップ S302 では、表示対象となる三次元形状データ全体の中心座標“C”を計算する。ステップ S303 では、上記計算した中心座標“C”を中心に、三次元形状全体を回転する。ここで、この回転処理を説明する。初期にデータベースに登録されているモデルは特に姿勢がそろっている必要はなく、後処理における編集操作により姿勢情報をそろえた上で検索が行われる。編集部 23 において検索キーを指示した際の三次元モデルの姿勢を表現する初期姿勢行列“Q”を取得する。この初期姿勢行列“Q”は、表示画面の座標系“S”から検索キーとなる三次元モデルの座標系“M0”へと回転する作用を持つ3行3列の回転行列である。次に、初期姿勢行列“Q”を表示対象となる三次元形状データ全体に適用する。この結果、三次元形状データの座標系“M1”は、検索キーと同じ姿勢になる。次に、中心座標“C”を中心として、座標系“M1”の垂直軸111回りに三次元形状データを回転する。この際、座標系“S”上での中心座標“P”のZ座標が最も大きくなる姿勢にする。ここで、Z座標を最も大きくする理由としては、通常モデルにおいて、Z座標、即ち、奥行き方向をそろえておくことが最も自然に見えるという理由からくるものであり、特に必ずしもZ座標を最大に設定する必要はない。X、Y、Zのそれぞれの座標を最大とするような座標形での設定を行った上で各場合での類似度の算出を行うことにより類似度の最も大きな場合を検索結果として出力するという方法を採用することも可能である。

ステップ S304 では、強調表示対象である部分要素が視野中心となるよう三次元形状データを平行移動する。ステップ S305 では、強調表示対象である部分要素よりも手前に別の部分要素が存在するか否かを判断する。ここで、別の部分要素が存在しない場合には、処理を終了する。これに対して、別の部分要素が存在する場合には、ステップ

S306 で、別の部分要素に対して表示上の処理を行う。本三次元インテリアシミュレーションシステムでは、該部分要素の透明度を100%にし、完全に見えない状態にする。また、使用者の指示によって、該部分要素のうち、強調表示対象である部分要素を遮蔽している部分を切断状態にすることもできる。この処理によって、強調表示対象である部分要素が隠されることなく表示される。

ステップS103の後、再びステップS102へ戻り、FIG. 8のウィンドウ208に表示されている三次元モデルの検索結果をFIG. 5のウィンドウ201へ取り込むことができる。使用者は、望みのインテリアレイアウトが完成するまでステップS102とステップS103とを繰り返し行うことができる。

なお、類似度の算出は、下記の式に従って行うこととする。実際に検索を実行するためには、算出された各特徴を成分として持つベクトルを特徴ベクトルとし、この特徴ベクトルを利用して、類似度の算出を行う。具体的な類似情報検索法については、FIG. 1を用いて説明することができる。即ち、入力部10でオブジェクトデータの入力を行うと、特徴量算出部及びデータベース登録部として機能する検索部24は、特徴量を算出して、データベース21に特徴ベクトルを登録する作業を行う。また、この検索部24は、類似度算出部としても機能するもので、この入力オブジェクトデータより求めた特徴ベクトルと検索対象とするデータベース21内のすべての特徴ベクトルとの比較を行う。そして、検索結果表示部25は、出力部30に検索結果を類似度の順に出力する。

上記検索部24で算出された特徴が、 $f_1 \sim f_M$ のM個であり、検索を行うデータベース21内のデータが $I_1 \sim I_N$ のN個あるとして、特徴量行列Fを以下のような式(1)とする。

$$F = \begin{pmatrix} F_{11} & F_{12} & \cdots & F_{1p} & \cdots & F_{1m} \\ F_{21} & \ddots & & \vdots & & \\ \vdots & & \ddots & \vdots & & \\ F_{q1} & \cdots & \cdots & F_{qp} & & \\ \vdots & & & & \ddots & \\ F_{n1} & & & & & F_{nm} \end{pmatrix} \quad \cdots (1)$$

q番目のオブジェクトデータ I_q の特徴量ベクトル \vec{f}_q は、以下のような式(2)として表現される。

$$\vec{f}_q = \sum_{j=1}^M w_j \cdot \{\kappa_j \cdot (F_{qj} - \overline{F_j})\} \cdot \vec{i}_j \quad \cdots (2)$$

この式（２）において、 k_j を乗ずることにより、各特徴項は正規化されたものとなっている。

ところで、特徴量分布が正規分布から大きくはずれているような場合や、特徴の値が平均から標準偏差の値に比較して非常に大きく離れている場合、この特徴が大きく影響して正確な比較を行うことができないことが考えられる。この問題を解決するために、リミッタ関数 $D(x)$ を導入したものが式（３）である。

$$\vec{f}_q = \sum_{j=1}^M w_j \cdot \{D(\kappa_j \cdot (F_{qj} - \overline{F}_j))\} \cdot \vec{i}_j \quad \dots (3)$$

$$D(x) = \begin{cases} x & |x| \leq d \\ d & |x| > d \end{cases} \quad (d \text{ は別途適切な値を定める})$$

但し、各特徴量方向の単位ベクトル i_p は、

$$\forall p, q \ (p \neq q), \quad i_p \perp i_q$$

を満たすものであり、各次元の重み係数を $w_1 \sim w_M$ とする。また、

$$\overline{F}_p = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N F_{jp}$$

$$v_p = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (F_{jp} - \overline{F}_p)^2$$

$$\sigma_p = \sqrt{v_p}$$

$$\kappa_p = \frac{1}{\sigma_p}$$

なお、本明細書において、用語「重み係数」は、特徴量の重要度を表現する数値を指す。

特徴ベクトルが、上記式（２）または式（３）で与えられるとき、オブジェクト O_q に対するオブジェクト O_p の類似度 S_{pq} は、

$$Sim_{pq} = \|\vec{f}_p - \vec{f}_q\|$$

で表すことができ、 $Sim(p, q)$ が小さいほど類似性が高いことになる。データベース内のすべての画像に対してこの関数を計算することにより類似度の順序を決定することができる。この作業が類似度算出部として機能する検索部 24 で行われる。そして、検索結果表示部 25 により、類似度の順にオブジェクトの並べ替えを行い、出力部 30 に表示することにより類似情報検索が行える。

また、上記式（１）で表される行列の各要素はスカラー量であるが、定義された

特徴によってはヒストグラムやベクトルとして意味を持つものが存在する。このような場合には、それらをベクトル量として扱い、質問オブジェクトとのベクトル差を算出し、この量を改めてスカラー量的特徴として定義し、上記式（１）の行列を再生成することにする。即ち、 $(F_{pq1}, F_{pq2}, \dots, F_{pqx})$ がヒストグラム、またはベクトル特徴である場合、オブジェクト番号 p に対する類似度を算出する場合、

$$F_{pq} = \sqrt{\sum_{k=1}^x (F_{pqk} - F_{pqk})^2}$$

を改めて特徴要素として用いる。

次に、本第 1 実施例の効果を説明する。本三次元インテリアシミュレーションシステムの使用者は、編集部 23 で三次元モデルの一部分を指示し、検索を行うことにより、データベース 21 に登録されている三次元モデルに対して部分的に類似なインテリアアイテムを取得することが可能になる。つまり、例えば、データベース 21 に登録されている三次元モデルがインテリアサンプル全体であっても、その一部分要素である椅子やテーブルを検索することが可能になる。従来手法では、ポリゴンを最小単位として検索対象が分割され、ポリゴンの隣接関係を根拠に部分要素が構築される。このため、人が独立な部分要素として認識するものとは異なるもの、例えば椅子の一部と床の一部が合体した状態のものが、検索結果にノイズとして含まれることになる。これは人が部分要素として認識する単位と、従来手法が部分要素として認識する単位とが異なるためである。一方、本実施例を適用した三次元インテリアシミュレーションシステムでは、FIG. 6 のウィンドウ 203 に示すような、三次元モデルに予め設定されている部分要素の関連性情報 110 に基づいて、検索対象としての部分要素を構築する。通常、三次元モデルに設定されている部分要素は、人が部分要素として認識する単位となっている。このため、本三次元インテリアシミュレーションシステムが検索対象として認識する部分要素は人が認識する単位に一致することになる。この結果、本三次元インテリアシミュレーションシステムの検索結果に、人が独立な部分要素として認識しないものが含まれることはない。よって、使用者はノイズの少ない検索結果から効率良く所望のインテリアアイテムを得られる。

また、検索キーを指示する際には、三次元モデルに設定されている部分要素の関連性を利用しているので、クリック操作によって木構造上の任意の部分要素を容易に指示できる。従来手法で検索キーを指示する際には、三次元モデル全体となってしまうとい

た。また、三次元モデルの一部分を指示するとしても、部分要素の最小単位がポリゴンであるため、所望の一部分をポリゴンの集合として正確に指示することは極めて困難であった。一方、本実施例を適用した三次元インテリアシミュレーションシステムでは、FIG. 6 のウィンドウ 203 に示すような、三次元モデルに予め設定されている部分要素の
5 関連性情報 110 に基づいて、三次元モデルの部分要素を構築する。このため、使用者が部分要素の境界を正確に指示する必要はない。よって、検索キーとして指示したいインテリアアイテムが三次元モデルの一部分であっても、使用者はクリックという簡易な操作によって、容易に三次元モデルの一部分を指示でき、効率良く所望のインテリアアイテムを得られる。

10 また、検索キーを指示するよう三次元モデル上でクリックした際に、クリック位置の奥に存在する部分要素も含めて、FIG. 6 に示すようにウィンドウ 203 にハイライト表示する。よって、使用者は三次元的に奥に存在するインテリアアイテムであっても、ウィンドウ 203 に表示する部分要素の関連性除法を利用することにより、容易に指示することができる。また、検索キーを指示するよう FIG. 5 のウィンドウ 201 の三次元モデル
15 上でクリックした際、FIG. 6 のウィンドウ 203 には、クリック位置及び奥に存在する部分要素を末端とする系統全体がハイライト表示される。木構造は三次元モデルに設定された部分要素の関連性情報で、一般的には人が認識するインテリアアイテムの親子関係を表現している。例えば、FIG. 6 の“椅子B” 204 は“応接セット” 205 に含まれ、親子関係になっている。よって、例えば、FIG. 5 のウィンドウ 201 でアイテム“椅子
20 B” 204 をクリックした場合には、ウィンドウ 203 ではその“椅子B” 204 を含む部分要素が系統としてハイライトされ、関連性のある他の部分要素を容易に選択できる。

また、本実施例を適用した三次元インテリアシミュレーションシステムでは、検索キーとして指示するよう選択した部分要素及び検索結果に含まれる類似な部分要素を強調表示する。この表示により、使用者は注目すべき部分要素を容易に把握できる。また、本実施例を適用した三次元インテリアシミュレーションシステムは、検索条件指示の際の垂直姿勢と同じくなるよう検索結果を表示する。つまり、三次元モデルの類似な部分要素を最も手前になるよう回転を行っても、三次元モデルの天地が回転することはない。
25 このため、使用者は、検索結果から類似と判断された部分要素を容易に認識できる。また、本実施例を適用した三次元インテリアシミュレーションシステムは、FIG. 8 のように検索結果の三次元モデルと類似な部分要素の属性情報とを同時に表示する。つまり、
30

使用者は、類似と判断された部分要素の三次元形状のみならず、名称、価格といった情報も合わせて得ることができる。 よって、属性情報も含めて検索結果の有用性を判断することが容易になる。

以上の効果により、効率良くインテリアシミュレーションを行うことができる。

- 5 なお、検索結果の強調表示方法は、強調表示対象となる部分要素を不透明に表示し、それ以外を半透明に表示するもの以外にも、検索結果に含まれる部分要素の類似度に応じて透明度を設定する手法、被選択部分をサーフェス表示し、それ以外をワイヤフレーム表示する手法、被選択部分を明るく表示し、それ以外を暗く表示する手法、被選択部分の輪郭を白色の帯で覆うように影を付けて表示する手法、等がある。 使用者は、強調表示の手法をこれらから任意に設定できる。
- 10

[第2実施例]

- 次に、本発明の第2実施例を説明する。 なお、本第2実施例の構成及び作用は、上記第1実施例に準ずるので、以下ではその差分のみを説明する。 本第2実施例は、上記第1実施例のうち、検索キーとして指示する三次元モデルの部分要素及び検索結果として表示する三次元モデルの部分要素を異なる手法で強調表示する手段を示したものである。 また、検索キーを指示する際の選択方法も異なる手法を採り入れている。
- 15

- 本実施例では、編集部 23 で検索キーとして指示された三次元モデルは、FIG. 11 に示すような手順で表示状態遷移を行う。 ステップ S401 では、検索キーとして指示した部分要素が三次元モデルの部分要素となっているか否かの判断を行う機能部分である。 指定したモデルが全体モデルと一致するか、または全体のモデルのうち的一部分であるかの判断を行う。 ここで、検索キーが三次元モデルの一部でない場合、つまり三次元モデル全体と一致する場合には、処理を終了する。
- 20

- これに対して、検索キーが三次元モデルの一部である場合には、ステップ S402 で、検索キーとして指示した部分要素の明度を高くする。 即ち、明度を高くすることによって、検索キーの三次元モデルは明るく表示される。 また、ステップ S403 では、三次元モデルのうち、検索キーでない部分の明度を低くする。 即ち、明度を低くすることによって、三次元モデルの検索キー以外の部分は暗く表示される。 このように、検索キーとそれ以外の部分との明度を異ならせて表示することにより、検索キーとして指示した部分要素を強調表示する。 さらに、ステップ S404 では、表示する三次元モデル全体の明度を標準値に戻し、均質化する。 この状態では、三次元モデル全体が同じく表示さ
- 25
- 30

れ、検索キーは強調されていない。この後、検索キーに変更がない限り、上記ステップ S402 から S404 を繰り返す。この繰り返しによって、表示画面上では、検索キーが点滅するかのような視覚的効果を得られる。

5 この強調表示方法は、検索結果表示部 25 で検索結果を表示する際にも利用される。検索結果を対象とした強調表示では、FIG. 11 及び上記ステップでの検索キーが類似と判断された部分要素に置き換えられる。つまり、表示画面上では、類似と判断された部分要素が点滅するかのような視覚的効果を得られる。

次に、FIG. 12 を用いて、クリック位置の奥に部分要素が存在する際の検索キー指示操作と検索キー強調表示との作用を説明する。ステップ S501 では、クリック位置
10 の奥に部分要素が存在するか否かを判断する。存在しない場合は処理を終了する。

これに対して、クリック位置の奥に部分要素が存在する場合には、ステップ S502 で、検索キーの初期値として、最も手前に存在する部分要素を設定する。その後、ステップ S503 では、検索キーである部分要素の明度を高くする。即ち、明度を高くすることによって、検索キーの三次元モデルは明るく表示される。また、ステップ S504
15 では、三次元モデルのうち、検索キーでない部分の明度を低くする。即ち、明度を低くすることによって、三次元モデルの検索キー以外の部分は暗く表示される。このように、検索キーとそれ以外の部分との明度を異ならせて表示することにより、検索キーとして指示した部分要素を強調表示する。ステップ S505 では、強調表示のタイミングで、更にクリックが行われたか否かを判断する。クリックが行われた場合、設定されている検索
20 キーを確定し、処理を終了する。

これに対し、クリックが行われていない場合には、ステップ S506 で、表示する三次元モデル全体の明度を標準値に戻し、均質化する。この状態では、三次元モデル全体が同じく表示され、検索キーは強調されていない。そして、続くステップ S507 で、検索キーを現在の部分要素よりも一つ奥の部分要素へと変更する。この際、現在の部分要素よりも奥に部分要素が存在するか否かを判断する。存在しない場合は、処理が上記ス
25 テップ S502 へと進み、再び最も手前の部分要素を検索キーとして設定する。存在する場合は、処理が上記ステップ S503, S504 へと進む。

上記ステップ S505 において、クリックが行われたと判断するまで、上記ステップ S502 からステップ S507 を繰り返す。この繰り返しによって、表示画面上では、検索
30 キーが点滅しながら、順次奥へと変更する視覚的効果を得られる。使用者は、希望する

部分要素が強調表示された際に再びクリックすることにより、検索キーを確定できる。

次に、この第2実施例の効果を説明する。本第2実施例を適用した三次元インテリアシミュレーションシステムでは、検索キーを強調表示する状態と通常の表示状態とを連続的に繰り返す。このため、使用者は、検索キーを強調した状態のみが表示される場合に比べて、より容易に検索キーを認識することができる。また、検索結果に対しても同様に、類似と判断した部分要素を強調表示する状態と通常の表示状態とを連続的に繰り返す。このため、使用者は、類似と判断した部分要素を強調した状態のみが表示される場合に比べて、より容易に検索結果から類似と判断した部分要素を認識することができる。また、奥行き方向に重なった部分要素から検索キーを指示する際には、検索キーを強調表示する状態と通常の表示状態とを連続的に繰り返しながら、検索キーを順次変更する。このため、使用者は、クリック位置の奥に存在する部分要素であっても、容易に確認でき、検索キーとして設定できる。以上の効果により、使用者は効率良く検索キーを指示し、検索結果から所望のインテリアアイテムを取得しながら、インテリアシミュレーションを行うことができる。

なお、本実施例では、強調表示の手法として、検索キーや類似と判断した部分要素といった強調したい部分の明度を高くし、それ以外の部分の明度を低くするという方法を用いた。しかし、強調表示の手法はこれに限定されるものではなく、例えば、強調したい部分を不透明にし、それ以外の部分を半透明にする方法でも良い。また、強調したい部分をサーフェスレンダリングし、それ以外の部分を点描形式でレンダリングする方法でも良い。また、FIG. 13のように、強調したい部分215の輪郭を白色の影216で囲む方法でも良い。このように、強調したい部分215の輪郭は白色の影216で囲むことにより、周囲から浮び上がる視覚的效果を得られる。

また、FIG. 11及びFIG. 12の処理の繰り返し速度は、使用者が設定しても良いし、システムが設定したものであっても良い。

[第3実施例]

次に、本発明の第3実施例を説明する。なお、本第3実施例の構成及び作用は、前述の第1実施例に準ずるので、以下ではその差分のみを説明する。本第3実施例は、上記第1実施例のうち、検索結果表示部25の表示方法を異ならせたものである。

FIG. 14に検索キーと検索結果を示す。“カップA”217が検索キーにした三次元モデルの部分要素である。テーブル218は“カップA”217と同じ三次元モデルの部

分要素であるが、検索キーには含まれていない。このときの検索結果の一部を“カップB” 219、“カップC” 220、“カップD” 221 に示す。これらは検索キーである“カップA” 217 に類似と判断された部分要素である。検索結果表示部 25 では、これらのカップを検索キーである“カップA” 217 と置き換えた状態で出力部 30 に表示する。

5 つまり、“カップA” 217 と同じ三次元モデルの部分要素であるテーブル 218 上に、各検索結果である“カップB” 219，“カップC” 220，“カップD” 221 を配置した状態で表示する。

その手順を FIG. 15 を参照して説明する。ステップ S601 では、検索キーの部分要素と表示画面との座標系を変換する行列を取得する。この行列は4行4列の同次変換
10 行列であり、表示画面に対する検索キーの位置姿勢を表現する。ステップ S602 では、検索キーを設定した三次元モデル全体から、検索キーの部分要素のみを削除した三次元モデルを取り出す。ステップ S603 では、“カップB” 219 を部分要素とする三次元モデルから、“カップB” 219 のみをデータとして取り出す。ステップ S604 では、上記ステップ S603 で取り出した“カップB” 219 のデータに対して、上記ステップ S601 で取得
15 した行列を適用する。この結果、“カップB” 219 は、検索キーである“カップA” 217 と同じ位置・姿勢となる。そして、ステップ S605 では、上記ステップ S604 で検索キーと同じ位置・姿勢となるよう変換した“カップB” 219 の三次元形状データと上記ステップ S602 で取り出した検索キーを削除した三次元モデルとを融合する。ここで、カップC、カップDに関しても、カップBと同様な手法により検索キーとカップC、カ
20 ップDが置き換えられた検索結果の候補として出力される。以上の手順により、検索キーと検索結果とを置き換えた三次元モデルを生成し、表示することができる。

次に、本第3実施例の効果を説明する。本第3実施例を適用した三次元インテリアシミュレーションシステムでは、検索結果を表示する際に、検索キーを設定した三次元モデル上で、検索キーと検索結果として類似と判断した部分要素とを置き換えて表示
25 する。つまり、検索結果として表示されている三次元モデルが、インテリアシミュレーションを行った状態となっている。よって、使用者は、より少ない手順で検索結果を用いたシミュレーション結果を得られる。

[第4実施例]

次に、本発明の第4実施例を説明する。なお、本第4実施例の構成及び作用
30 は、前述した第1実施例に準ずるので、以下ではその差分のみを説明する。本第4実施

例は、上記第1実施例のうち、検索部24における検索処理及び編集部23における三次元モデルに設定した部分要素の関連性情報表示方法を異ならせたものである。

本実施例では、FIG. 3に示したようなFIG. 2のインテリアデータ100の部分要素の関連性情報110を示すウィンドウ203の代わりに、FIG. 16A及びFIG. 16Bに示すようなウィンドウ222を表示するものである。即ち、本実施例では、インテリアデータ100は、2種類の関連性情報を保持している。そして、ウィンドウ222は、クリック操作によるタブ223、224の選択に応じて、それぞれの関連情報を切り替え表示できるようにしている。ここで、FIG. 16Aはタブ223を選択した場合を示しており、レイアウトに注目した関連性情報が表示される。また、FIG. 16Bはタブ224を選択した場合を示しており、構造に注目した関連性情報が表示される。このように、一つのウィンドウ222内で、タブ223、224によって関連情報を切り替え表示することができる。また、検索時に対象とする関連性情報を指示することができる。例えば、使用者はタブ224に示す構造の関連性情報のみを検索対象として制限することができる。

また、インテリアデータ100は、タブ223及びタブ224に表示した以外の部分要素も、三次元形状データ内部に保持している。例えば、椅子“B”102は、FIG. 17の木構造112に示すように、より詳細な部分要素から構成されている。しかし、木構造112のうち、タブ223及びタブ224に表示されない部分要素113は、データフォーマット114に示すように、部分要素を表現するフォーマット内の情報として、自身を表示するかどうかを表現する情報115を有している。ここで、データフォーマット114は“part id”により、各部分モデルの識別ID番号、及び、その固有名称を表し、また、“invisible”識別子により、各モデルの可視、不可視情報をフォーマット情報として記述できるようになっている。さらに、上記可視、不可視情報は、利用者が変更可能であるが、または、表示方向の状況により必然的に可視状態、不可視状態が決定される場合もあり、そのような場合に対しては、自動的に設定されることも可能である。

編集部23では、データフォーマット114を反映し、タブ223及びタブ224に部分要素113を表示しない。また、データフォーマット114の情報は、データベース21に格納した三次元モデルにも存在する。このため、検索部24では、データフォーマット114を反映し、検索対象から、データフォーマット114を有している部分要素を除外する。

次に、本第4実施例の効果を説明する。本第4実施例を適用した三次元インテリアシミュレーションシステムでは、三次元モデルに設定した複数の関連性情報を扱い、

表示することができる。 使用者は、検索キーを指示する際に、タブ 223 とタブ 224 とを自由に切り替えて検索キーを決定することができる。 このため、検索キーとして指示する部分要素がどのような関連性情報を有するのかを容易に把握でき、よりの確に検索キーを指示することができる。 また、検索対象とする三次元モデルを、特定の関連性情報のみに制限することにより、検索対象を予め絞り込むことができる。 このため、本実施例を適用した三次元インテリアシミュレーションシステムは、効率良く類似検索を行い、使用者が所望するインテリアアイテムを提供できる。 また、部分要素を表示するか否かを表現する情報を三次元モデルデータ内に保持し、表示及び検索に該情報を利用する。 つまり、部分要素 113 に示すような、検索対象として不要な部分要素を隠蔽することができる。 この結果、検索キーとしては詳細すぎて相応しくない部分要素を検索キーとして指示すること、及び該部分要素を検索結果に含むことがなくなり、効率良く希望するインテリアアイテムを検索することができる。

なお、三次元モデルに設定する部分要素の関連性情報は、タブ 223, 224 に示すような三次元モデルの形状等に関連するものだけでなく、例えば、FIG. 18 のタブ 225 に示すように、取り扱い店舗情報といった、三次元モデル形状に関連しない情報に注目したものであっても良い。 また、関連性情報は単一木構造に限定されず、複数の木構造や部分要素間の循環関係を含むものであっても良い。 また、表示要素か否かを示す情報と、検索対象か否かを示す情報とを独立に設定できても良い。

[第 5 実施例]

次に、本発明の第 5 実施例を説明する。 なお、本第 5 実施例の構成及び作用は、前述の第 1 実施例に準ずるので、以下ではその差分のみを説明する。 本第 5 実施例は、上記第 1 実施例のうち、検索部 24 における検索方法を異ならせたものである。

FIG. 19 に、本実施例で使用する検索キー三次元モデル 226 と、検索対象三次元モデル 227~229 とを示す。 ここで、三次元モデル 227 は、検索キー三次元モデル 226 のデスク 230 に類似なデスクと椅子 231 に類似な椅子とが、検索キー三次元モデル 226 とは異なるレイアウトで設置されているものである。 また、三次元モデル 228 は、検索キー三次元モデル 226 のデスク 230 に類似なデスクのみを含むものである。 そして、三次元モデル 229 は、検索キー三次元モデル 226 のデスク 230 と全く異なる形状のデスクと椅子 231 に類似な椅子とが、検索キー三次元モデル 226 と同様のレイアウトで設置されているものである。 編集部 23 で検索キーを指示する際、FIG. 20 に示すような検索キー

三次元モデルの関連性情報 116 から、デスクセット 117 のように、該部分要素の下位に更に部分要素を含むものを指示することができる。ここでは、デスクセット 117 を検索キーとして指示する。

5 検索部 24 では、FIG. 21 に示す手順で、検索キーに類似な三次元モデルを検索する。即ち、ステップ S701 では、使用者が指示した検索キーに含まれる末端の部分要素を取得する。検索キーとしてデスクセット 117 を指示したので、デスク 230、椅子 231 が末端の部分要素となる。ステップ S702 では、末端の部分要素の一つに対応する特徴量データをデータベース 21 から読み込む。また、ステップ S703 では、検索対象となる三次元モデル 227~229 の特徴量データをデータベース 21 から読み込む。そして、ステップ S704 では、類似度を算出する。その算出方法は、前述した第 1 実施例と同様である。ステップ S705 では、全ての部分要素について類似度算出が完了したか否かを判断する。完了していない場合には、上記ステップ S702 へ戻る。

15 そして、全ての部分要素について類似度算出が完了した場合には、ステップ S706 で、検索結果の論理積をとり、各部分要素に対応するリストに共通に含まれる三次元モデルを抽出する。今、デスクセット 117 に含まれる部分要素であるデスク 230 に対する類似検索結果としては、検索対象三次元モデル 227 及び 228 が得られる。また、デスクセット 117 に含まれる部分要素である椅子 231 に対する類似検索結果としては、検索対象三次元モデル 227 及び 229 が得られる。つまり、検索キーに含まれる全ての部分要素に類似なインテリアアイテムを含む三次元モデルのみを結果とするよう抽出している。この結果、デスクセット 117 の検索結果として検索対象三次元モデル 227 が得られる。

20 ステップ S707 では、上記ステップ S706 で抽出した検索結果をソートする。この場合、抽出した三次元モデルは、検索キーに含まれる各部分要素に対応する類似度を有しているので、これらの平均値を該三次元モデルの類似度とする。該類似度を基準として抽出した三次元モデルに序列を与える。

25 次に、本第 5 実施例の効果を説明する。従来手法では、デスクセット 117 を検索キーとした場合、デスクセット 117 に含まれる全部分要素を一体の三次元モデルとして類似検索が行われる。この場合、三次元モデル 227 は、デスク 230 に類似な机と椅子 231 に類似な椅子を部分要素として有しているにも拘らず、それらの相対位置がデスクセット 117 と異なるために、異なった三次元モデルとして評価されてしまう。これに対して、本第 5 実施例を適用した三次元インテリアシミュレーションシステムでは、使用者

が指示した検索キーが部分要素の集合である場合に、個々の部分要素を検索キーとして類似検索を行う。この結果、デスク 230 と椅子 231 をまとめた部分要素であるデスクセット 117 を検索キーとして指定した場合、デスク 230 に類似な机と椅子 231 に類似な椅子を有し、これらの相対位置がデスクセット 117 と異なる三次元モデル 227 を検索結果として得ることができる。つまり、個々の部分要素がどのような位置関係であったとしてもこれに拘束されず、部分要素としての類似度に着目した検索結果を得ることができる。よって、使用者は、複数のアイテムに注目して類似なインテリアアイテムを検索したとしても、望みのインテリアアイテムを容易に得られる。

[第6実施例]

次に、本発明の第6実施例を説明する。なお、本第6実施例の構成及び作用は、前述した第1実施例に準ずるので、以下ではその差分のみを説明する。本第6実施例は、上記第1実施例のうち、編集部 23 における検索キー指示作用、及び検索部 24 の作用を異ならせたものである。

編集部 23 が有する編集ウィンドウでは、カタログから選択した三次元モデル、その部分要素及び検索結果三次元モデルを同一の三次元空間内に表示し、レイアウトを変更することができる。また、ウィンドウ内の三次元モデルの部分要素を検索キーとして指示することも可能である。

さらに、本実施例では、編集ウィンドウ内の三次元モデル、その部分要素及び検索結果三次元モデル自身を編集することができる。例えば、FIG. 22 に示すように、編集ウィンドウで、カタログから選択した三次元モデルの部分要素である“キャビネット A” 232 に対して高さを変更し、“キャビネット B” 233 のようにすることができる。この編集過程において、“キャビネット A” 232 の頂点座標を変更する。また、例えば、“キャビネット B” 233 とデスク 234 とを検索キーとして指示した際、編集部 23 では、これら 2 つを同一の座標系へと変換する。つまり、“キャビネット B” 233 の座標系からデスク 234 の座標系へと変換する同次変換行列を算出し、“キャビネット B” 233 の頂点座標へと適用する。

検索部 24 の作用は、上記ステップ S201 を除いて、FIG. 7 の手順と同様である。即ち、本実施例では、上記ステップ S201 の特徴量読み込みに代わって、検索キーとして指示した“キャビネット B” 233 とデスク 234 とから特徴量を算出する。該検索キーは、編集部 23 において同一の座標系のデータとなるよう変換されている。よって、一体の

三次元モデルとして特徴量を算出する。検索部 24 は、該特徴量を基準に類似検索を行う。例えば、“キャビネット B” 233 とデスク 234 とをウィンドウ 235 に示す状態で検索キーとして指示した場合、該部分要素を固着した形状に類似なデスク 236 を結果として得られる。

次に、本第 6 実施例の効果を説明する。 本第 6 実施例を適用した三次元インテリアシミュレーションシステムでは、使用者が検索キーを選ぶだけでなく、編集することができる。 このため、よりの確に使用者の意図を検索キーとして表現することが可能になる。 よって、より効率良く希望するインテリアアイテムを検索し、インテリアシミュレーションを行うことができる。 更に、本実施例を適用した三次元インテリアシミュレーションシステムでは、三次元モデルの形状を編集するだけでなく、他の三次元モデルを組み合わせて新規な三次元モデルを構築することもできる。 よって、使用者は、既存のものを組み合わせるといった簡易な手段によって、自身の意図をよりの確に表現する三次元モデルを構築し、類似なインテリアアイテムを検索することができる。 このため、より効率良くインテリアシミュレーションを行うことができる。

[第 7 実施例]

次に、本発明の第 7 実施例を説明する。 FIG. 23 は、本第 7 実施例に係る三次元モデル検索方法及びシステムを適用したアクセサリオーダシステムの構成を示す図である。 ここで、入力部 10 及び出力部 30 は、クライアントシステム 20A に接続している。 入力部 10 及び出力部 30 は、一般的なコンピュータシステムにおけるキーボード、マウス、ディスプレイを表している。 クライアントシステム 20A は、インターネット等のネットワークを介してサーバシステム 20B に接続している。 また、サーバシステム 20B には、別のクライアントシステム 40 も接続している。 即ち、本実施例では、前述の第 1 実施例で説明したようなシミュレーション部 20 を、インターネット等のネットワークを介して接続されたクライアントシステム 20A とサーバシステム 20B とに分割した構成となっている。 従って、本実施例の各構成及び作用は、前述した第 1 実施例に準ずるので、ここでは、差分のみを説明する。

本第 7 実施例におけるデータベース 21 には、アクセサリのデータが登録されている。 アクセサリデータは、三次元形状データ、特徴量データ及び属性情報を含む。 特徴量データは、三次元モデルの各部分要素に対応する数値データであり、部分要素の形状データに対して数学的な処理を施すことによって得られるものである。 例えば、体積、

表面積、三次元モデル中心から半径方向への頂点の確立分布、表面テクスチャ／色分布、等の三次元モデルが有する座標系に対して方向性を有しない特徴と、XYZの各軸に対する頂点の回転モーメントのように、三次元モデルが有する座標系に対して方向性を有する特徴と、を含む。なお、特徴量の種類は、これに限定されるものではない。また、本
5 第7実施例においては、このデータベース 21 には、方向性を有しない特徴と方向性を有する特徴とを区別するためのテーブル 21A も登録されている。

三次元形状データの例を FIG. 24 に示す。即ち、指輪 118 は、木構造 119 に従って複数の部分要素から構成されている。また、各部分要素もまた、三次元形状データ、特徴量データ及び属性情報からなる。アクセサリデータは、木構造 119 で表した部
10 分要素間の関連性情報をも有している。

編集部 23 では、アクセサリの一部を変更する等、望みのアクセサリを作成することができる。この際、アクセサリ全体もしくはその部分要素を検索キーとして指示して、該検索キーに類似なアクセサリを検索することが可能である。

検索部 24 にて行われる検索処理の手順を FIG. 25 に示す。即ち、ステップ
15 S801 では、検索キーが部分要素か否かを判断する。検索キーが部分要素の場合には、ステップ S802 で、データベース 21 に登録されているテーブル 21A に基づいて、検索キー及び検索対象となるアクセサリデータの特徴量のうち方向性を有しない特徴のみをデータベース 21 から読み込む。これに対して、上記ステップ S801 で検索キーが部分要素ではないと判断した場合には、ステップ S803 で、検索キー及び検索対象となるアクセサリ
20 データの全ての特徴量をデータベース 21 から読み込む。つまり、このステップ S803 で読み込んだ検索キーの特徴量は、方向性を有しない特徴だけでなく、方向性を有する特徴をも含んでいる。そして、ステップ S804 では、上記ステップ S802 もしくは上記ステップ S803 で読み込んだ特徴量から、検索対象であるアクセサリデータの類似度を計算する。その計算方法は、前述した第1実施例と同様である。ステップ S805 では、上記ステッ
25 プ S804 より得られる類似度をもとに、類似度順に並べ替えたうえで、検索結果を出力部 30 のディスプレイに表示する。この検索結果の表示方法は、前述の第1実施例と同様である。

例えば、FIG. 26 に示す指輪 237 の部分要素である“十字A” 238 を検索キーとして指示した場合は、ステップ S802 にて特徴量の読み込みがなされる。また、検索対象となるアクセサリデータの一つであるネックレス 239 の部分要素である鎖 240 と“十字
30

B” 241 の特徴量も、ステップ S802 にて読み込まれる。なお、“十字 B” 241 は、三次元座標系に対して、“十字 A” 238 と異なる姿勢であるが、形状は、ほぼ相似形である。この場合、読み込んだ特徴量は方向性を有しないもののみであるため、“十字 A” 238 と“十字 B” 241 との類似度は高くなる。

5 次に、本第 7 実施例の効果を説明する。 三次元モデルの部分要素を移動、回転した場合、部分要素としての形状は同一であるにもかかわらず、方向性が異なるために、方向性を有する特徴量は異なった値になる。従来方法では、特徴量の方向性に着目した区別がなされず、全ての特徴量を利用して類似度を計算するため、“十字 A” 238 と“十字 B” 241 とを類似と判断することは困難であった。この結果、検索キーである“十字 A” 238 と類似な部分要素“十字 B” 241 をネックレス 239 が有しているにもかかわらず、類似検索の結果としてネックレス 239 を得ることは困難であった。これに対して、本第 7 実施例では、特徴量を方向性を有するものと方向性を有しないものとに区別し、テーブル 21A にて管理している。そして、検索キーとして三次元モデルの部分要素が指示された場合、方向性を有しない特徴のみを利用して類似検索を行う。この結果、“十字 A” 238 と“十字 B” 241 とを類似と判断し、“十字 B” 241 を含むネックレス 239 を検索結果として得ることができる。よって、使用者は、検索キーの方向にとらわれることなく、所望のアクセサリを容易に得られる。

 また、本実施例では、検索キーが部分要素でなく三次元モデル全体であった場合、方向性を有するものも含む全ての特徴量を読み込み、類似検索を行う。特に、方向性を有する特徴量を利用することにより、三次元モデル全体に着目した検索結果として精度の高いものを得られる。また、本実施例では、検索キーが三次元モデル全体か部分要素かを基準に、方向性を有する特徴量を使うか否かを自動的に判断している。このため、使用者は、特徴量の種類を意識することなく、状況に応じた適切な検索結果を得ることができる。なお、方向性を有する特徴量を使うか否かを使用者が選択できるようになって

25 いても良い。

 また、類似度計算の際に、各特徴量の重要度を表現する重み係数を各特徴量に乗算するステップを追加し、方向性を有する特徴量を使わない際には、該特徴量に対応する重み係数を 0 に設定する方法であっても良い。類似度の算出においては、算出に用いる特徴量に対し、類似度の算出に対して有効な特徴や、有効でない特徴が存在する。そのため、有効な特徴に対しては重み係数を高く設定し、また、有効性の低い特徴に対しては

30

重み係数を低く設定するという方法は、類似度を算出する上で有効な手段となり得るため、本発明においても当然機能として有するものである。

以上実施例に基づいて本発明を説明したが、本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形や応用が可能なことは勿論である。

- 5 例えば、上記実施例では、三次元インテリアシミュレーションシステムやアクセサリオーダーシステムに適用した場合を例に説明したが、本発明の三次元モデル検索方法及びシステムは、類似な三次元モデルを検索する機能を必要とするどのようなシステムにも適用できることは言うまでもない。

- 10 Additional advantages and modifications will readily occur to those skilled in the art. Therefore, the invention in its broader aspects is not limited to the specific details, representative devices, and illustrated examples shown and described herein. Accordingly, various modifications may be made without departing from the spirit or scope of the general inventive concept as defined by the appended claims and their equivalents.